

More reliable vehicle steering system, includes hydraulic pump with control over output pressure and delivery connected to steering actuator

Publication number: DE10037829 (A1)

Publication date: 2002-02-14

Inventor(s): KIND THOMAS [DE]; ORTHMANN REINHARD [DE]; TROST JUERGEN [DE] +

Applicant(s): DAIMLER CHRYSLER AG [DE] +

Classification:

- **international:** **B62D5/06; B62D5/065; B62D5/30; B62D5/06;** (IPC1-7); B62D6/00; B62D5/04; B62D5/06; B62D15/02; B62D113/00; B62D117/00

- **European:** B62D5/06K; B62D5/065; B62D5/30

Application number: DE20001037829 20000803

Priority number(s): DE20001037829 20000803

Abstract of DE 10037829 (A1)

The hydraulic pump (11) is constructed for regulation and/or control of its output pressure and/or delivery. Actuator (5) operation as a function of steering demand, is effected by such regulation and/or control.

.....
Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 37 829 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 100 37 829.3
⑳ Anmeldetag: 3. 8. 2000
㉑ Offenlegungstag: 14. 2. 2002

⑤① Int. Cl.⁷:
B 62 D 6/00
B 62 D 15/02
B 62 D 5/06
B 62 D 5/04
// B62D 113:00,
117:00

DE 100 37 829 A 1

⑦① Anmelder:
DaimlerChrysler AG, 70567 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Kind, Thomas, Dipl.-Ing.(BA), 70599 Stuttgart, DE;
Orthmann, Reinhard, Dr., 55130 Mainz, DE; Trost,
Jürgen, Dr., 72661 Grafenberg, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Lenksystem für ein Fahrzeug

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Lenksystem für ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, mit einer Lenkhandhabe, z. B. Lenkhandrad, an der ein Fahrzeugführer einen Lenkwunsch in das Lenksystem einleitet, mit einem hydraulischen Stellglied, das zur Betätigung mindestens eines lenkbaren Gliedes, z. B. Fahrzeugrad, dient, und mit einer Hydraulikpumpe, die Hydraulikdruck zur Betätigung des Stellglieds bereitstellt.

Zur Verbesserung der Ausfallsicherheit eines derartigen Lenksystems wird die Hydraulikpumpe hinsichtlich Pumpmenge und/oder Pumpdruck regelbar und/oder steuerbar ausgebildet, wobei die Betätigung des Stellgliedes in Abhängigkeit des Lenkwunsches durch Regeln und/oder Steuern der Hydraulikpumpe erfolgt.

DE 100 37 829 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Lenksystem für ein Fahrzeug, insbesondere für ein Kraftfahrzeug, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Ein derartiges Lenksystem ist beispielsweise aus der DE 41 10 148 C2 bekannt und weist ein Lenkhandrad als Lenkhandhabe auf, an der ein Fahrzeugführer einen Lenkwunsch in das Lenksystem einleiten kann. Das bekannte Lenksystem besitzt außerdem ein hydraulisches Stellglied in Form eines doppeltwirkenden Kolben-Zylinder-Aggregates, das zur Betätigung der lenkbaren Fahrzeugräder dient. Dabei ist eine Hydraulikpumpe vorgesehen, die Hydraulikdruck zur Betätigung des Stellgliedes bereitstellt.

[0003] Das Kolben-Zylinder-Aggregat enthält in seinem Zylinder einen Kolben, der im Zylinder zwei Kammern trennt. Der Kolben ist im Zylinder verstellbar und treibt dabei eine Kolbenstange an, die mit den lenkbaren Fahrzeugrädern gekoppelt ist. Die beiden Kammern des Kolben-Zylinder-Aggregates sind über Hydraulikleitungen an ein Proportionalventil angeschlossen. An dieses Proportionalventil sind außerdem die Druckseite der Hydraulikpumpe sowie ein relativ druckloses Hydraulikreservoir angeschlossen. Die Betätigung des Kolben-Zylinder-Aggregates, also des Stellgliedes erfolgt in Abhängigkeit des Lenkwunsches durch eine Verstellung des Proportionalventils, wodurch die Druckseite der Hydraulikpumpe mehr oder weniger mit der einen oder mit der anderen Kammer des Stellgliedes verbunden wird.

[0004] Derartige Proportionalventile sind relativ teuer und können störanfällig sein. Insbesondere für Lenksysteme, die einen Steer-by-wire-Betrieb ohne mechanische oder hydraulische Zwangskopplung zwischen Lenkhandhabe und lenkbaren Fahrzeugrädern ermöglichen, sind jedoch Komponenten erforderlich, die eine möglichst geringe Störanfälligkeit aufweisen.

[0005] Die vorliegende Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für ein Lenksystem der eingangs genannten Art eine Ausführungsform anzugeben, die für die Betätigung des Stellglieds ohne Proportionalventil auskommt.

[0006] Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch ein Lenksystem mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Hierbei wird vorgeschlagen, die Hydraulikpumpe hinsichtlich Pumpmenge und/oder Pumpdruck regelbar und/oder steuerbar auszubilden, so daß die Betätigung des Stellgliedes in Abhängigkeit des Lenkwunsches durch eine Regelung und/oder Steuerung der Hydraulikpumpe erfolgt. Somit kommt das erfindungsgemäße Lenksystem ohne ein Proportionalventil aus. Da eine regelbare bzw. steuerbare Hydraulikpumpe erfahrungsgemäß eine höhere Ausfallsicherheit besitzt als ein herkömmliches Proportionalventil, wird durch die Erfindung die Betriebssicherheit des Lenksystems und somit des damit ausgestatteten Fahrzeugs erhöht.

[0007] Entsprechend einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Lenksystems kann eine hydraulische Antriebseinheit des Stellgliedes ein Verdrängerelement aufweisen, das in einem Hydraulikraum zwei Kammern voneinander trennt und das ein aus dem Hydraulikraum herausgeführtes Antriebsglied antreibt. Außerdem besitzt die Hydraulikpumpe zwei Anschlüsse und ist in diesem Fall reversierbar ausgebildet, derart, daß die Förderrichtung der Hydraulikpumpe umkehrbar ist. Darüber hinaus ist der eine Anschluß der Hydraulikpumpe mit der einen Kammer der zugeordneten Antriebseinheit verbunden, während der andere Anschluß der Hydraulikpumpe mit der anderen Kammer der zugeordneten Antriebseinheit gekoppelt ist. Auf diese Weise wird eine direkte Hydraulikverbindung zwischen den Kammern der Antriebseinheit gebildet, wobei in diese Hydraulikverbindung

die Hydraulikpumpe eingebunden ist. Ein druckloses Hydraulikreservoir, das bei herkömmlichen Lenksystemen erforderlich ist, kann somit entfallen.

[0008] Eine solche Antriebseinheit kann beispielsweise durch ein Kolben-Zylinder-Aggregat gebildet sein, in dessen Zylinder ein an einer Kolbenstange befestigter Kolben zwei Kammern trennt. Anstelle eines solchen linear wirkenden Stellgliedes kann auch ein rotatorisch wirkendes Stellglied, z. B. Hydraulikmotor, verwendet werden.

[0009] Bei einer anderen Ausführungsform können zwei Hydraulikpumpen vorgesehen sein, die beide hinsichtlich Pumpmenge und/oder PUMPdruck regelbar und/oder steuerbar ausgebildet sind, wobei die beiden Hydraulikpumpen redundant an das Stellglied angeschlossen sind. Durch diese Bauweise wird ein Lenksystem mit extrem hoher Ausfallsicherheit bereitgestellt.

[0010] Bei einer zweckmäßigen Weiterbildung können die beiden Hydraulikpumpen über separate Hydraulikleitungen an das Stellglied angeschlossen sein. Durch diese Maßnahme wird die Ausfallsicherheit des Lenksystems zusätzlich erhöht.

[0011] Weitere Verbesserungen der Betriebssicherheit und Ausfallsicherheit können dadurch erzielt werden, daß jede Hydraulikpumpe einen separaten Elektromotor als Antrieb aufweist und/oder daß die Hydraulikpumpe zwei redundant geschaltete Elektromotoren als Antrieb aufweist und/oder daß beide Elektromotoren unabhängig voneinander mit elektrischer Energie versorgt werden. Zu diesem Zweck können beispielsweise zwei voneinander unabhängige Bordnetze am Fahrzeug vorgesehen sein.

[0012] Um den Wartungsaufwand eines derartigen Lenksystems zu reduzieren, können die Hydraulikpumpe und der zugehörige Elektromotor bzw. die zugehörigen Elektromotoren in einem gemeinsamen abgedichteten Gehäuse untergebracht sein. Auf diese Weise wird die Gefahr von Leckageverlusten reduziert.

[0013] Bei einer besonderen Ausführungsform kann das Stellglied zwei zwangsgekoppelte hydraulische Antriebseinheiten aufweisen, wobei die eine Antriebseinheit an die eine Hydraulikpumpe angeschlossen ist, während die andere Antriebseinheit an die andere Hydraulikpumpe angeschlossen ist. Bei einer solchen Bauform werden zwei separate Hydraulikkreise bereitgestellt, die voneinander unabhängig sind. Dadurch ergibt sich eine nahezu vollständige Redundanz mit einer besonders hohen Ausfallsicherheit.

[0014] Aufgrund der hohen Ausfallsicherheit des erfindungsgemäßen Lenksystems kann dieses außerdem zur Durchführung eines Steer-by-wire-Betriebes ausgebildet sein. Ein solcher Steer-by-wire-Betrieb charakterisiert sich dadurch, daß keine mechanische oder hydraulische Zwangskopplung zwischen der Lenkhandhabe und dem jeweiligen lenkbaren Glied besteht. Ebenso kann das Lenksystem bei einer Lenkung mit Zwangskopplung zwischen Lenkhandhabe und lenkbarem Glied als extrem ausfallsichere Servounterstützung dienen, bei der das Stellglied in Abhängigkeit des Lenkwunsches die Lenkbewegung des Fahrzeugführers unterstützt.

[0015] Das vorliegende Lenksystem wird vorzugsweise in Kraftfahrzeugen, insbesondere Personenkraftwagen, Lastkraftwagen und Nutzfahrzeugen, verwendet. Ebenso ist eine Anwendung in anderen Fahrzeugen, wie zum Beispiel Flugzeug oder Schiff, möglich. Das lenkbare Glied kann dann dementsprechend ein lenkbares Fahrzeugrad oder eine verstellbare Klappe oder ein schwenkbares Ruder sein.

[0016] Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

[0017] Es versteht sich, daß die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0018] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0019] Es zeigen, jeweils schematisch,

[0020] **Fig. 1** eine schaltplanartige Prinzipskizze für ein Lenksystem nach der Erfindung bei einer ersten Ausführungsform,

[0021] **Fig. 2** ein Ausschnitt auf eine Ansicht gemäß **Fig. 1**, jedoch bei einer zweiten Ausführungsform,

[0022] **Fig. 2a** eine Teilansicht auf eine Variante der Ausführungsform gem. **Fig. 2**,

[0023] **Fig. 3** eine Ansicht wie in **Fig. 2**, jedoch bei einer dritten Ausführungsform,

[0024] **Fig. 4** eine Ansicht wie in **Fig. 2**, jedoch bei einer vierten Ausführungsform, und

[0025] **Fig. 5** eine Ansicht wie in **Fig. 2**, jedoch bei einer fünften Ausführungsform.

[0026] Entsprechend **Fig. 1** weist ein erfindungsgemäßes Lenksystem **1** eine Lenkhandhabe **2** auf, die hier als Lenkhandrad ausgebildet ist. An dieser Lenkhandhabe **2** kann ein Fahrzeugführer in gewohnter Weise seinen Lenkwunsch in das Lenksystem **1** einleiten. Bei der hier dargestellten speziellen Ausführungsform ist das Lenksystem **1** für einen Steer-by-wire-Betrieb ausgebildet, so daß der Lenkwunsch des Fahrers mit Hilfe eines Lenkwinkel-Sollwertgebers **3** erfaßt wird, der mit der Lenkhandhabe **2** betätigt wird. Dieser Sollwertgeber **3** signalisiert einer Steuerung **4** den Lenkwunsch des Fahrers.

[0027] Das Lenksystem **1** weist außerdem ein Stellglied **5** auf, das hier in Form eines Kolben-Zylinder-Aggregates ausgebildet ist. Eine Kolbenstange **6** des Stellglieds **5** ist über Spurstangen **7** und Lenker **8** mit lenkbaren Fahrzeugrädern **9** verbunden. Eine Axialverstellung der Kolbenstange **6** bewirkt somit eine Lenkbetätigung der lenkbaren Fahrzeugräder **9**. Mit den lenkbaren Fahrzeugrädern **9** wird ein Lenkwinkel-Istwertgeber **10** betätigt, der hier zum Beispiel mit der Kolbenstange **6** zusammenwirkt. Der Istwertgeber **10** erfaßt den aktuellen Lenkwinkel der Fahrzeugräder **9** und übermittelt diesen der Steuerung **4**. Die Steuerung **4** führt einen Soll-Ist-Vergleich der Lenkwinkel durch und betätigt in Abhängigkeit dieses Vergleichs das Stellglied **5**.

[0028] Die Steuerung **4** kann außerdem einen Handmomentensteller **15** betätigen, der mit der Lenkhandhabe **2** zusammenwirkt und an dieser Lenkwiderstände und Rückstellmomente simuliert.

[0029] Zur Betätigung des Stellglieds **5** ist erfindungsgemäß eine Hydraulikpumpe **11** vorgesehen, die hinsichtlich ihrer Pumpmenge und/oder hinsichtlich ihres Pumpdrucks regelbar und/oder steuerbar ausgebildet ist. Diese Hydraulikpumpe **11** weist als Antrieb einen Elektromotor **12** auf. Die Pumpmenge bzw. der PUMPdruck der Hydraulikpumpe **11** kann zweckmäßig über die Drehzahl des Elektromotors **12** eingestellt werden. Dementsprechend ist der Elektromotor **12** steuerbar und/oder regelbar ausgebildet. Zum Regeln bzw. Steuern des Elektromotors **12** ist eine Leistungselektronik **13** vorgesehen, die die Steuersignale von der Steuerung **4** empfängt. Die Leistungselektronik **13** ist außerdem an ein Bordnetz **14** des Fahrzeugs angeschlossen.

[0030] Das Stellglied **5** ist durch eine Antriebseinheit **16** gebildet, die hier einen zylindrischen Hydraulikraum **17** aufweist, in dem ein als Kolben ausgebildetes Verdrängerelement **18** verstellbar gelagert ist. Das Verdrängerelement

bzw. der Kolben **18** trennt im Hydraulikraum **17** zwei Kammern, nämlich eine erste Kammer **19** und eine zweite Kammer **20**, voneinander. Die erste Kammer **19** ist über eine erste Hydraulikleitung **21** mit einem ersten Anschluß **22** der Hydraulikpumpe **11** verbunden. In entsprechender Weise ist die zweite Kammer **20** über eine zweite Hydraulikleitung **23** an einen zweiten Anschluß **24** der Hydraulikpumpe **11** angeschlossen. Auf diese Weise ergibt sich eine direkte und geschlossene Hydraulikverbindung zwischen den beiden Kammern **19** und **20**, wobei in diese Hydraulikverbindung die Hydraulikpumpe **11** eingebunden ist. Die Hydraulikpumpe **11** ist reversierbar ausgebildet, das heißt die Hydraulikpumpe **11** kann ihre Förderrichtung umkehren, so daß die Hydraulikpumpe **11** einerseits Hydraulikmittel von der ersten Kammer **19** in die zweite Kammer **20** und andererseits von der zweiten Kammer **20** in die erste Kammer **19** fördern kann.

[0031] Wie aus **Fig. 1** hervorgeht, benötigt das erfindungsgemäße Lenksystem kein Proportionalventil zur Betätigung des Stellglieds **5**. Dementsprechend kann der Aufwand zur Realisierung eines derartigen Lenksystems **1** relativ klein gehalten werden. Außerdem arbeiten Hydraulikpumpen **11** besonders zuverlässig, so daß das erfindungsgemäße Lenksystem **1** eine hohe Ausfallsicherheit besitzt.

[0032] In **Fig. 1** ist außerdem mit unterbrochener Linie ein Gehäuse **34** symbolisch dargestellt, das gemeinsam die Hydraulikpumpe **11** und den zugehörigen Elektromotor **12** aufnimmt. Ein derartiges gemeinsames Gehäuse kann besonders gut abgedichtet werden, wodurch ein Wartungsaufwand und dergleichen reduziert werden kann. Es ist klar, daß in diesem Gehäuse **34** außerdem die Leistungselektronik **13** untergebracht werden kann.

[0033] Obwohl wesentliche Bestandteile des Lenksystems **1**, wie z. B. Lenkhandhabe **2**, Steuerung **4** und lenkbare Fahrzeugräder **9**, nur in **Fig. 1** dargestellt sind, ist klar, daß diese Komponenten auch bei den Ausführungsformen der **Fig. 2** bis **5** vorhanden sind.

[0034] Entsprechend **Fig. 2** kann die Hydraulikpumpe **11** bei einer anderen Ausführungsform zwei Elektromotoren **12a** und **12b** als Antrieb aufweisen. Die beiden Elektromotoren **12a** und **12b** können – wie hier – in Reihe geschaltet sein und die Hydraulikpumpe **11** über eine gemeinsame Antriebswelle antreiben. Ebenso ist es gemäß der in **Fig. 2a** ausschnittsweise gezeigten Varianten möglich, die Elektromotoren **12a** und **12b** überein Leistungsverzweigungsgetriebe **35** mit der Hydraulikpumpe **11** zu koppeln. Jedenfalls besitzt die Hydraulikpumpe **11** zwei redundante Elektromotoren **12a** und **12b**, wodurch die Ausfallsicherheit des Lenksystems **1** erhöht wird.

[0035] Vorzugsweise verfügt jeder der beiden Elektromotoren **12a** und **12b** über eine eigene, separate Stromversorgung. Im vorliegenden Fall besitzt jeder Elektromotor **12a** und **12b** eine zugehörige Leistungselektronik **13a** und **13b**. Außerdem ist für jeden Elektromotor **12a** und **12b** bzw. für jede Leistungselektronik **13a** und **13b** ein eigenes Bordnetz **14a** und **14b** vorgesehen, wobei diese Bordnetze **14a**, **14b** unabhängig voneinander am Fahrzeug ausgebildet sind.

[0036] Die Steuerung **4** kann die beiden Elektromotoren **12a** und **12b** permanent gleichzeitig und synchron betreiben und für den Fall, daß einer der Elektromotoren **12a** und **12b** eine Fehlfunktion aufweist, diesen abschalten, um anschließend die Hydraulikpumpe **11** nur noch mit dem anderen funktionsfähigen Elektromotor **12a** und **12b** zu betreiben. Ebenso ist es möglich, die Hydraulikpumpe **11** stets nur mit einem der Elektromotoren **12a**, **12b** zu betreiben und bei Ausfall dieses Elektromotors **12a**, **12b** auf den anderen Elektromotor **12a**, **12b** umzuschalten.

[0037] Entsprechend **Fig. 3** können zur Betätigung des

Stellgliedes **5** auch zwei redundant geschaltete Hydraulikpumpen **11a** und **11b** vorgesehen sein, die jeweils einen eigenen Elektromotor **12a** bzw. **12b** mit separater Leistungselektronik **13a** und **13b** aufweisen. Auch hier wird eine Ausführungsform bevorzugt, bei der für jede Leistungselektronik **13a** und **13b** und somit für jede Hydraulikpumpe **11a** und **11b** ein separates Bordnetz **14a** bzw. **14b** zur Energieversorgung der Elektromotoren **12a** und **12b** zur Verfügung steht.

[0038] Bei der hier gezeigten bevorzugten Ausführungsform ist jede Hydraulikpumpe **11a** und **11b** über separate Hydraulikleitungen **21a**, **21b** und **23a**, **23b** an das Stellglied **5** angeschlossen.

[0039] Die beiden Hydraulikpumpen **11a** und **11b** sind hier über ein gemeinsames Umschaltventil **25** mit dem Stellglied **5** verbunden, das in die Hydraulikleitungen **21a**, **21b**, **23a**, **23b** eingebunden ist. Dieses Umschaltventil **25** besitzt drei Schaltblöcke I, II, III, mit denen zwei Schaltstellungen für das Umschaltventil **25** einstellbar, sind. In der in **Fig. 3** dargestellten ersten Schaltstellung des Umschaltventils **25** ist die zweite Hydraulikpumpe **11b** zur Betätigung des Stellgliedes **5** geschaltet, also aktiviert, während die erste Hydraulikpumpe **11a** deaktiviert ist. In dieser ersten Schaltstellung verbindet der Block I die Hydraulikleitungen **21b** und **23b** der zweiten Hydraulikpumpe **11b** mit den Kammern **19** und **20** des Stellglieds **5**. Gleichzeitig sperrt der Block II die Hydraulikleitungen **21a** und **23a** der ersten Hydraulikpumpe **11a** und trennt deren Verbindung mit den Kammern **19** und **20** des Stellglieds **5**.

[0040] In der nicht gezeigten zweiten Schaltstellung des Umschaltventils **25** ist die erste Hydraulikpumpe **11a** aktiviert, während die zweite Hydraulikpumpe **11b** deaktiviert ist. Dementsprechend verbindet der Block III die Hydraulikleitungen **21a** und **23a** der ersten Hydraulikpumpe **11a** mit den Kammern **19** und **20** des Stellglieds **5**, während der Block II die Hydraulikleitungen **21b** und **23b** der ersten Hydraulikpumpe **11b** gesperrt sind, so daß deren Verbindung mit den Kammern **19** und **20** unterbrochen ist.

[0041] Bevorzugt wird hierbei eine Ausführungsform, bei der die Steuerung **4** stets nur eine der Hydraulikpumpen **11a** und **11b** zur Betätigung des Stellgliedes **5** betreibt. Sobald die aktive Hydraulikpumpe **11a**, **11b** ausfällt, schaltet die Steuerung das Umschaltventil **25** in die jeweils andere Schaltstellung um, wodurch die defekte Hydraulikpumpe **11a**, **11b** deaktiviert und die redundante Hydraulikpumpe **11a**, **11b** aktiviert wird. Zum Schalten des Umschaltventils **25** ist dieses über eine entsprechende Schaltleitung **26** mit der Steuerung **4** verbunden.

[0042] Bei einer anderen Ausführungsform können auch beide Hydraulikpumpen **11a** und **11b** permanent synchron betrieben werden, wobei dann im Block II die zur Hydraulikpumpe **11a**, **11b** führenden Abschnitte der Hydraulikleitungen **21a**, **21b**, **23a**, **23b** kurzgeschlossen sind.

[0043] Bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 4** sind ebenfalls zwei redundant geschaltete Hydraulikpumpen **11a** und **11b** mit separaten Elektromotoren **12a** und **12b** vorgesehen, wobei außerdem separate Leistungselektroniken **13a** und **13b** sowie unabhängige Bordnetze **14a** und **14b** vorgesehen sind.

[0044] Jede Hydraulikpumpe **11a** und **11b** ist über separate Hydraulikleitungen **21a**, **23a** bzw. **21b**, **23b** mit den Kammern **19** und **20** des Stellglieds **5** verbunden. Im Unterschied zur Ausführungsform gemäß **Fig. 3** ist bei dieser Ausführungsform für jede Hydraulikpumpe **11a** und **11b** ein separates Schaltventil **27a** bzw. **27b** vorgesehen, das über entsprechende Schaltleitungen **28a** bzw. **28b** mit der Steuerung **4** verbunden ist und von dieser geschaltet werden kann. Das Schaltventil **27a** ist dabei in die Hydraulikleitungen **21a**

und **23a** der ersten Hydraulikpumpe **11a** eingebunden, während das andere Schaltventil **27b** in die Hydraulikleitungen **21b** und **23b** der zweiten Hydraulikpumpe **11b** eingebunden ist.

[0045] Jedes Schaltventil **27a** und **27b** besitzt zwei Schaltstellungen I und II. In der ersten Schaltstellung I sind die Hydraulikleitungen **21a**, **21b**, **23a**, **23b** gesperrt, so daß über diese Hydraulikleitungen kein Fluidaustausch zwischen den Kammern **19** und **20** sowie zwischen den Anschlüssen **22a** und **24a** bzw. **22b** und **24b** erfolgen kann. In der Schaltstellung II sind die Hydraulikleitungen **21a** und **23a** bzw. **21b** und **23b** mit den zugehörigen Kammern **19** und **20** des Stellglieds **5** verbunden.

[0046] Für den Betrieb des Lenksystems **1** schaltet die Steuerung **4** eines der Schaltventile **27a** und **27b** in die zweite Schaltstellung II, während das andere Schaltventil **27a**, **27b** die erste Schaltstellung I einnimmt. Auf diese Weise ist, die eine Hydraulikpumpe **11a**, **11b** aktiviert, während die andere deaktiviert ist. Bei einer Fehlfunktion der aktiven Hydraulikpumpe **11a**, **11b** schaltet die Steuerung **4** das zugehörige Schaltventil **27a**, **27b** in dessen Schaltstellung I. Etwa gleichzeitig schaltet die Steuerung **4** das Schaltventil **27a**, **27b** der anderen, bis dahin deaktivierten Hydraulikpumpe **11a**, **11b** in dessen Schaltstellung II, um die zugeordnete Hydraulikpumpe **11a**, **11b** zu aktivieren.

[0047] Ebenso ist es bei einer anderen Ausführungsform möglich, beide Hydraulikpumpen **11a** und **11b** permanent synchron zu betreiben, wobei dann die Schaltventile **27a**, **27b** in ihrer ersten Schaltstellung I die mit der Hydraulikpumpe **11a** und **11b** verbundenen Abschnitte der Hydraulikleitungen **21a**, **21b**, **23a**, **23b** kurzschließen.

[0048] Bei der in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsform sind die Hydraulikkreise, mit denen die beiden Hydraulikpumpen **11a** und **11b** das Stellglied **5** betätigen, nahezu unabhängig voneinander, wodurch sich eine Fehlfunktion im Bereich des einen Hydraulikkreises nicht auf den anderen Hydraulikkreis auswirken kann. Insgesamt wird dadurch die Ausfallsicherheit des Lenksystems **1** weiter erhöht.

[0049] Gemäß **Fig. 5** kann das Stellglied **5** zwei Antriebseinheiten **16a** und **16b** aufweisen, die jeweils einen Hydraulikraum **17a** bzw. **17b** besitzen. In entsprechender Weise ist in diesen Hydraulikräumen **17a**, **17b** jeweils ein als Kolben ausgebildetes Verdrängerelement **18a** bzw. **18b** verstellbar gelagert. Die beiden Kolben **18a**, **18b** sind an einer gemeinsamen Kolbenstange **6** befestigt, um eine Zwangskopplung der beiden Antriebseinheiten **16a**, **16b** zu erhalten. Außerdem trennen die Kolben **18a** und **18b** im zugehörigen Hydraulikraum **17a**, **17b** jeweils zwei Kammern **19a** und **20a** bzw. **19b** und **20b** voneinander ab. Das Stellglied **5** enthält dabei eine feste Trennwand **29**, die die beiden Antriebseinheiten **16a** und **16b** und somit die Kammern **20b** und **19a** voneinander trennt.

[0050] Das Lenksystem **1** besitzt auch bei dieser Ausführungsform zwei Hydraulikpumpen **11a**, **11b** mit separaten Elektromotoren **12a** und **12b** sowie eigenen Leistungselektroniken **13a** und **13b** und separaten Bordnetzen **14a** und **14b**. Jede der Hydraulikpumpen **11a** und **11b** ist, einer der hydraulischen Antriebseinheiten **16a** und **16b** zugeordnet. Zu diesem Zweck sind die Anschlüsse **22a** und **24a** der ersten Hydraulikpumpe **11a** über die Hydraulikleitungen **21a** und **23a** mit den Kammern **19a** und **20a** der ersten Antriebseinheit **16a** verbunden. Dementsprechend sind die Anschlüsse **22b** und **24b** der zweiten Hydraulikpumpe **11b** über die Hydraulikleitungen **21b** und **23b** mit den Kammern **19b** und **20b** der zweiten Antriebseinheit **16b** verbunden. Bei dieser Bauweise sind die Hydrauliksysteme der beiden Hydraulikpumpen **11a** und **11b** vollständig voneinander entkoppelt, da auch innerhalb des Stellglieds **5** kein Kontakt

der beiden Hydrauliksysteme erfolgt. Beide Hydrauliksysteme sind somit in sich geschlossen.

[0051] Jedem Hydrauliksystem bzw. jeder Hydraulikpumpe 11a und 11b ist außerdem ein Ventil 30a bzw. 30b zugeordnet, das jeweils von der Steuerung 4 über entsprechende Schaltleitungen 31a und 31b schaltbar ist. Jedes dieser Ventile 30a und 30b besitzt zwei Anschlüsse 32a und 33a bzw. 32b und 33b, an die jeweils eine der Hydraulikleitungen 21a, 23a bzw. 21b, 23b der zugehörigen Hydraulikpumpe 11a, 11b angeschlossen ist. Jedes der Ventile 30a und 30b besitzt zwei Schaltstellungen, nämlich eine erste Schaltstellung I und eine zweite Schaltstellung II. In der ersten Schaltstellung I sind die beiden Anschlüsse 32a, 33a bzw. 32b, 33b des Ventils 30a, 30b, gesperrt. In der zweiten Schaltstellung II sind die beiden Anschlüsse 32a, 33a bzw. 32b, 33b des Ventils 30a bzw. 30b miteinander verbunden. [0052] Zum Aktivieren einer der Hydraulikpumpen 11a, 11b schaltet die Steuerung 4 das zugehörige Ventil 30a, 30b in dessen Schaltstellung I. Zum Deaktivieren einer der Hydraulikpumpen 11a, 11b schaltet die Steuerung 4 das zugehörige Ventil 30a, 30b in dessen Schaltstellung II. Bei dieser speziellen Ausführungsform kann die jeweils deaktivierte Hydraulikpumpe 11a, 11b deren Anschlüsse 22a, 22b und 24a, 24b über die Schaltstellung II des zugehörigen Ventils 30a, 30b kurzgeschlossen sind, synchron zur aktiven Hydraulikpumpe 11a, 11b betätigt werden. Beim Ausfall der aktiven Hydraulikpumpe 11a, 11b muß die Steuerung 4 dann lediglich ein Umschalten der Ventile 30a, 30b veranlassen. Ebenso kann bei einer anderen Ausführungsform die jeweils deaktivierte Hydraulikpumpe 11a, 11b unbetätigt bleiben, um beispielsweise Energie zu sparen.

[0053] Bei der hier dargestellten speziellen Ausführungsform des Stellgliedes 5 sind die beiden Antriebseinheiten 16a und 16b nebeneinander angeordnet. Ebenso ist eine Ausführungsform möglich, bei der eine der Antriebseinheiten die beiden zwischen den Kolben 18a und 18b angeordneten, mittleren Kammern 19a und 20b aufweist und bei der die andere Antriebseinheit die beiden außen liegenden Kammern 19b und 20a aufweist.

Patentansprüche

1. Lenksystem für ein Fahrzeug, insbesondere Kraftfahrzeug, mit einer Lenkhandhabe (2), zum Beispiel Lenkhandrad, an der ein Fahrzeugführer einen Lenkwunsch in das Lenksystem (1) einleitet, mit einem hydraulischen Stellglied (5), das zur Betätigung mindestens eines lenkbaren Gliedes (9), zum Beispiel Fahrzeugrad, dient, und mit einer Hydraulikpumpe (11), die Hydraulikdruck zur Betätigung des Stellgliedes (5) bereitstellt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Hydraulikpumpe (11) hinsichtlich Pumpmenge und/oder Pumpdruck regelbar und/oder steuerbar ausgebildet ist und daß die Betätigung des Stellgliedes (5) in Abhängigkeit des Lenkwunsches durch Regeln und/oder Steuern der Hydraulikpumpe (11) erfolgt.
2. Lenksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine hydraulische Antriebseinheit (16) des Stellgliedes (5) ein Verdrängerelement (18) aufweist, das in einem Hydraulikraum (17) zwei Kammern (19, 20) voneinander trennt und das ein aus dem Hydraulikraum (17) herausgeführtes Antriebsglied (6) antreibt, und daß die Hydraulikpumpe (11) zwei Anschlüsse (22, 24) aufweist und reversierbar ausgebildet ist, derart, daß

die Förderrichtung der Hydraulikpumpe (11) umkehrbar ist,

wobei der eine Anschluß (22) der Hydraulikpumpe (11) mit der einen Kammer (19) der zugeordneten Antriebseinheit (16) und der andere Anschluß (24) mit der anderen Kammer (20) verbunden ist.

3. Lenksystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Hydraulikpumpen (11a, 11b) vorgesehen sind, die beide hinsichtlich Pumpmenge und/oder Pumpdruck regelbar und/oder steuerbar ausgebildet sind, wobei die beiden Hydraulikpumpen (11a, 11b) redundant an das Stellglied (5) angeschlossen sind.

4. Lenksystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Hydraulikpumpen (11a, 11b) über ein Umschaltventil (25) an das Stellglied (5) angeschlossen sind, das in einer ersten Schaltstellung die eine Hydraulikpumpe (11a) und in einer zweiten Schaltstellung die andere Hydraulikpumpe (11b) mit dem Stellglied (5) verbindet.

5. Lenksystem nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Hydraulikpumpe (11a, 11b) ein separates Schaltventil (27a, 27b) vorgesehen ist, das in einer ersten Schaltstellung (I) die zugehörige Hydraulikpumpe (11a, 11b) vom Stellglied (5) trennt und in einer zweiten Schaltstellung (II) die zugeordnete Hydraulikpumpe (11a, 11b) mit dem Stellglied (5) verbindet.

6. Lenksystem nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jede Hydraulikpumpe (11a, 11b) über separate Hydraulikleitungen (21a, 21b, 23a, 23b) an das Stellglied (5) angeschlossen ist.

7. Lenksystem nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jede Hydraulikpumpe (11a, 11b) einen separaten Elektromotor (12a, 12b) als Antrieb aufweist.

8. Lenksystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die oder jede Hydraulikpumpe (11; 11a, 11b) zwei redundant geschaltete Elektromotoren (12a, 12b) als Antrieb aufweist.

9. Lenksystem nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß beide Elektromotoren (12a, 12b) unabhängig voneinander mit elektrischer Energie versorgt werden.

10. Lenksystem nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydraulikpumpe (11) einen Elektromotor (12) als Antrieb aufweist.

11. Lenksystem nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der oder jeder Elektromotor (12; 12a, 12b) hinsichtlich seiner Drehzahl regelbar und/oder steuerbar ausgebildet ist.

12. Lenksystem nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Hydraulikpumpe (11; 11a, 11b) und der zugehörige Elektromotor (12; 12a, 12b) oder die zugehörigen Elektromotoren (12a, 12b) in einem gemeinsamen abgedichteten Gehäuse (34) untergebracht sind.

13. Lenksystem nach einem der Ansprüche 3 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellglied (5) zwei zwangsgekoppelte hydraulische Antriebseinheiten (16a, 16b) aufweist, wobei die eine Antriebseinheit (16a) an die eine Hydraulikpumpe (11a) angeschlossen ist, und die andere Antriebseinheit (16b) an die andere Hydraulikpumpe (11b) angeschlossen ist.

14. Lenksystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß jede Hydraulikpumpe (11a, 11b) über zwei Hydraulikleitungen (21a, 23a und 21b, 23b) an die zugeordnete Antriebseinheit (16a, 16b) angeschlossen

sen ist,
daß für jede Hydraulikpumpe (**11a, 11b**) ein schaltbares Ventil (**30a, 30b**) mit zwei Anschlüssen (**32a, 33a** und **32b, 33b**) vorgesehen ist,
wobei die eine Hydraulikleitung (**21a, 21b**) mit dem einen Anschluß (**33a, 33b**) und die andere Hydraulikleitung (**23a, 23b**) mit dem anderen Anschluß (**32a, 32b**) verbunden ist,
wobei das Ventil (**30a, 30b**) in einer ersten Schaltstellung (I) seine beiden Anschlüsse (**32a, 32b** und **33a, 33b**) sperrt und in einer zweiten Schaltstellung (II) seine beiden Anschlüsse (**32a, 32b** und **33a, 33b**) miteinander verbindet.
15. Lenksystem nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Lenksystem (I) zur Durchführung eines Steer-by-Wire-Betriebes ausgebildet ist.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

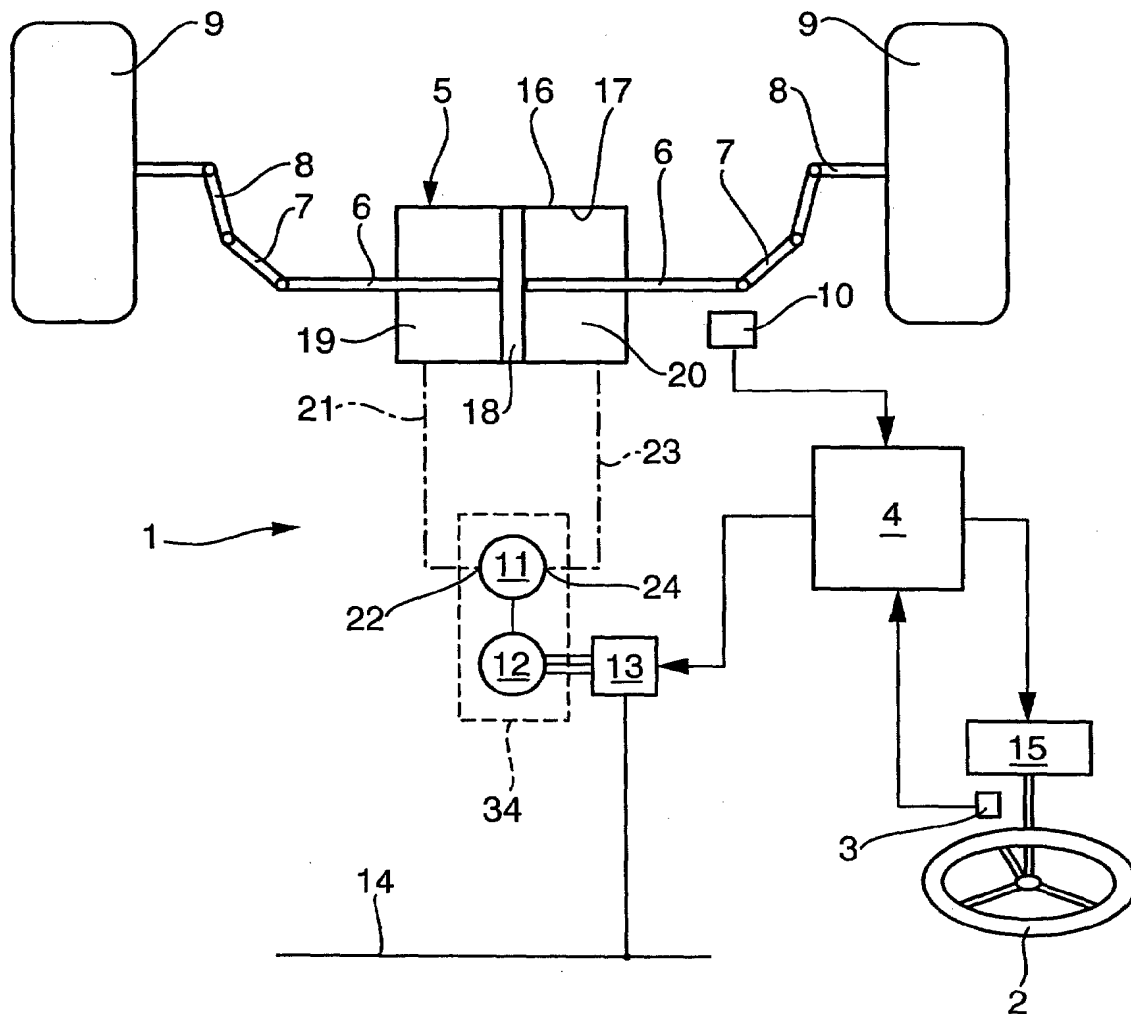


Fig. 1

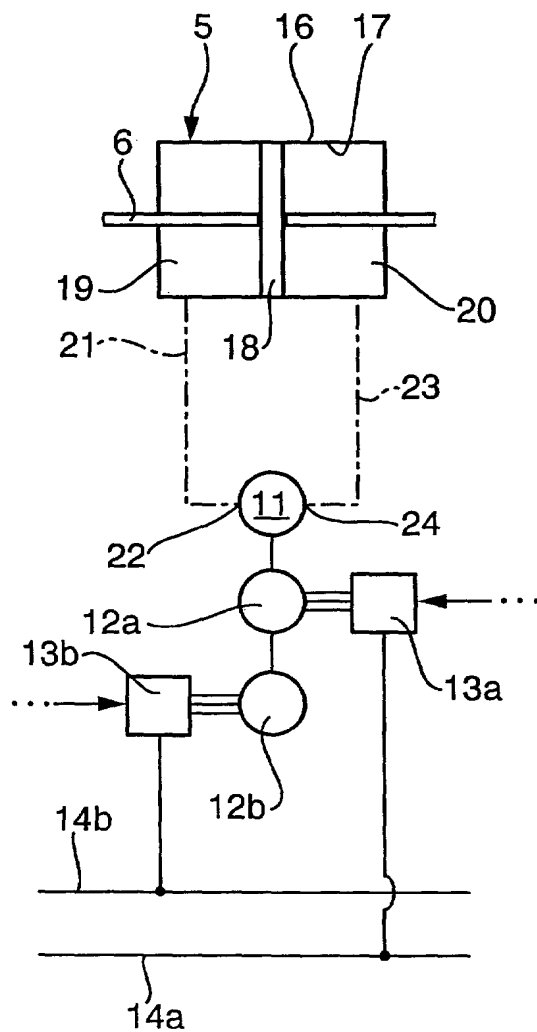


Fig. 2

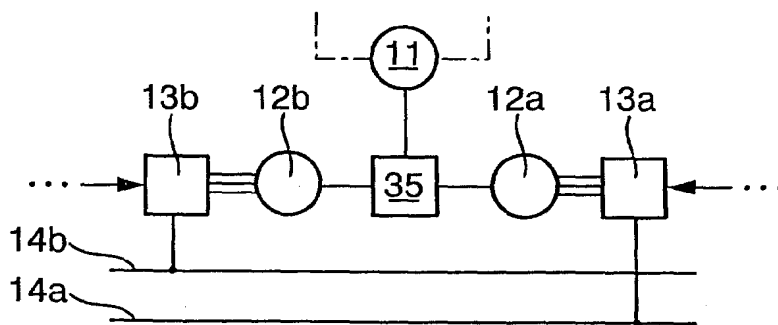


Fig. 2a

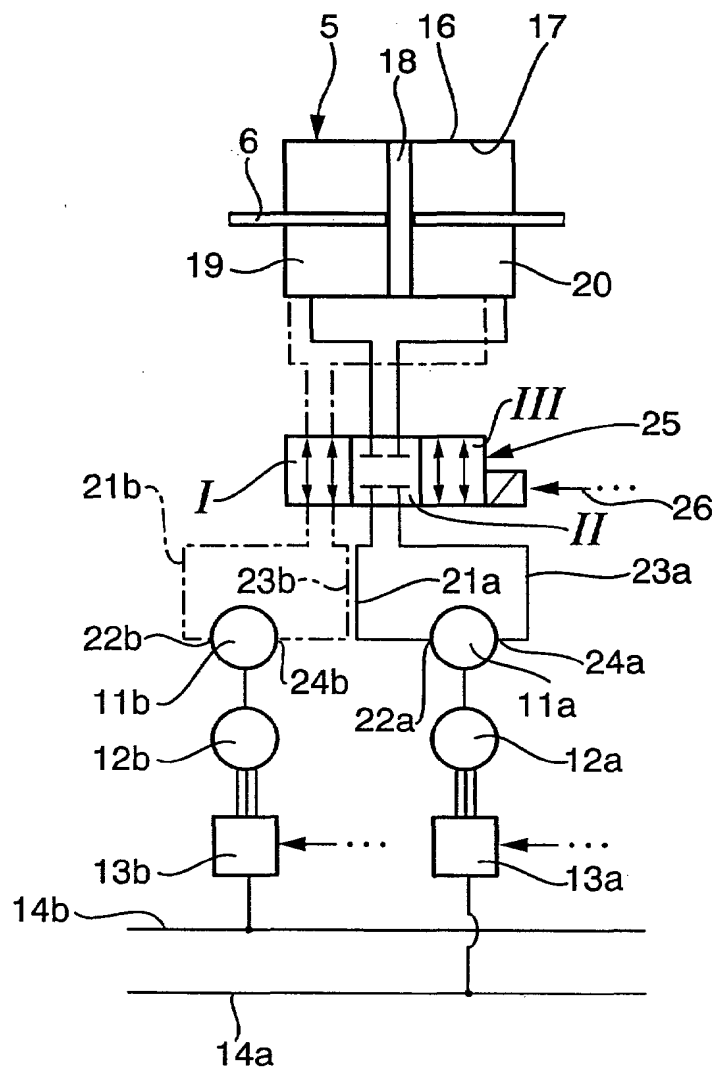


Fig. 3

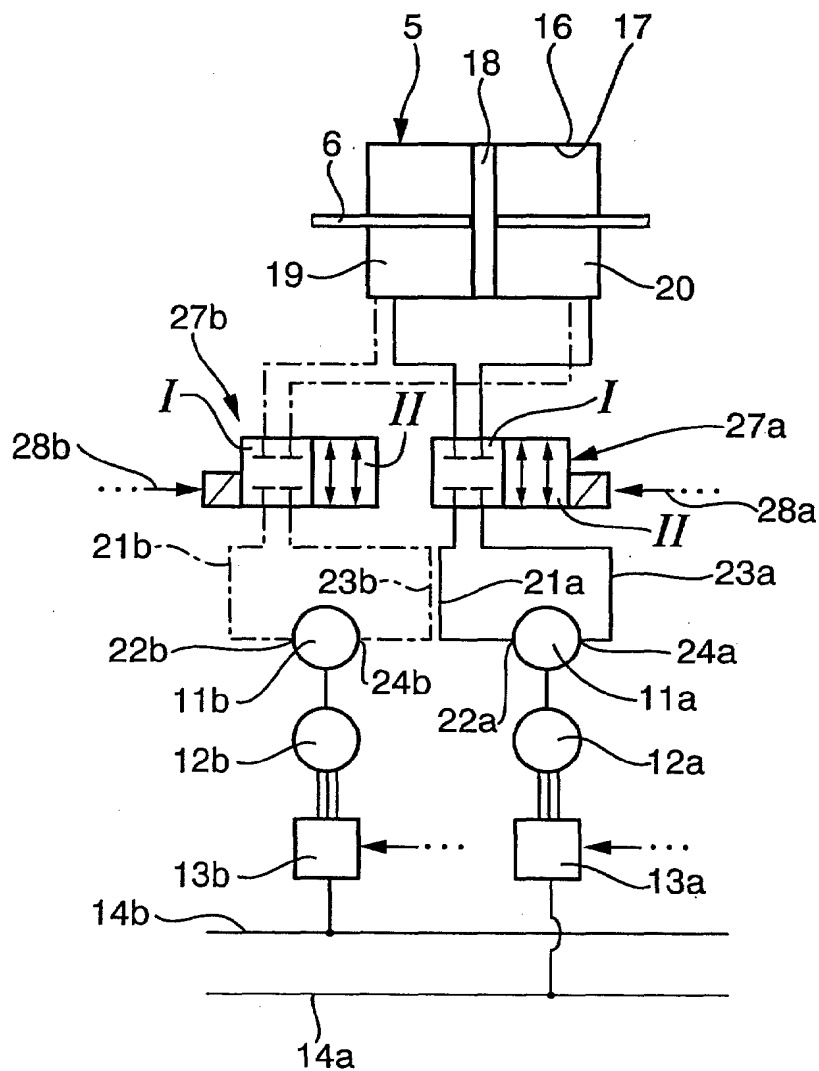


Fig. 4

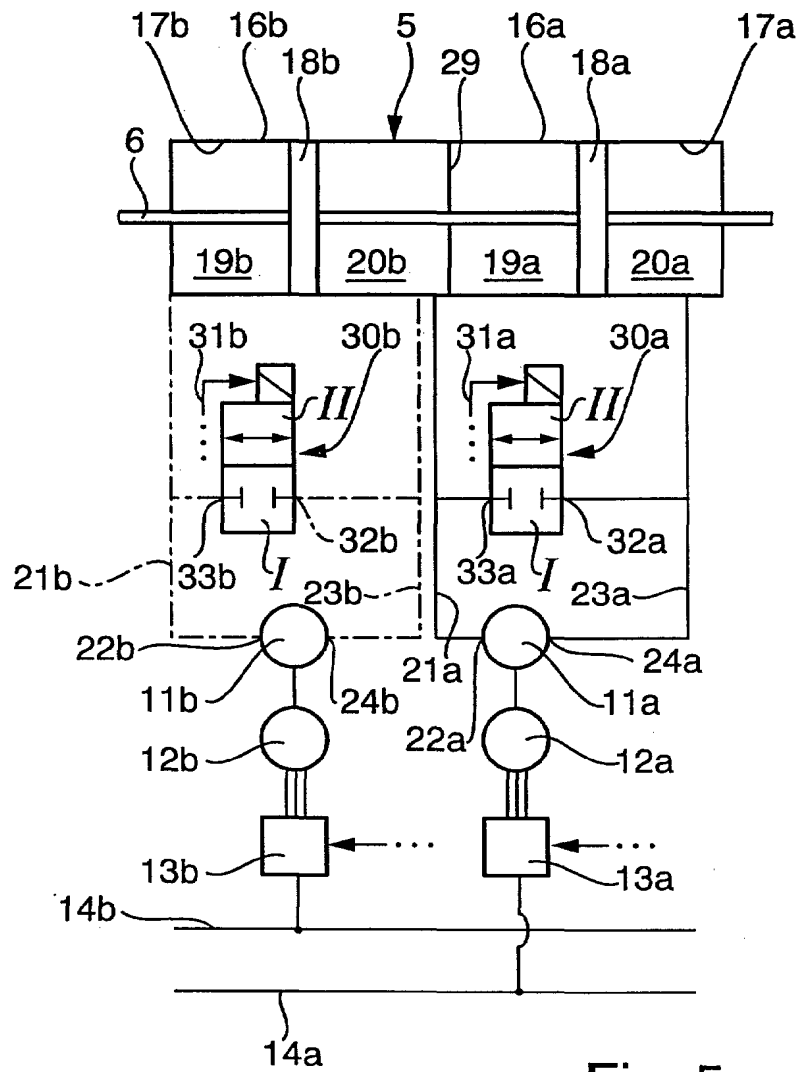


Fig. 5